

Potencial das Terras do Projeto Jequitaiá (MG) para o Cultivo de Cana-de-açúcar sob Três Sistemas de Irrigação



ISSN 1678-0892

Dezembro, 2014

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapa Solos

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 242

Potencial das Terras do Projeto Jequitaí (MG) para o Cultivo de Cana-de-açúcar sob Três Sistemas de Irrigação

Fernando César Saraiva do Amaral

Waldir de Carvalho Junior

Cesar da Silva Chagas

Silvio Barge Bhering

Rio de Janeiro, RJ

2014

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, nº 1.024, Jardim Botânico
CEP: 22460-000, Rio de Janeiro, RJ
Fone: (21) 2179-4500
Fax: (21) 2179-5291
www.embrapa.br/solos
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações da Embrapa Solos

Presidente: *José Carlos Polidoro*
Secretário-Executivo: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*
Membros: *Ademar Barros da Silva, Ademir Fontana, Adriana Vieira de Camargo de Moraes, Alba Leonor da Silva Martins, Enyomara Lourenço Silva, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Luciana Sampaio de Araujo, Maria Regina Capdeville Laforet, Maurício Rizzato Coelho, Moema de Almeida Batista.*

Supervisão editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*
Revisor de texto: *André Luiz da Silva Lopes*
Luciana Sampaio de Araujo

Normalização bibliográfica: *Luciana Sampaio de Araujo*
Editoração eletrônica: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*
Foto da capa: *Fernando César Saraiva do Amaral*

1ª edição

On-line (2014)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Solos

Potencial das terras do Projeto Jequitai (MG) para o cultivo da cana-de-açúcar sob três sistemas de irrigação / Fernando César Saraiva do Amaral ... [et al.]. -- Dados eletrônicos. -- Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2014.
27 p. : il. color. ; 21 cm. -- (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 242).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: <<https://www.embrapa.br/solos/publicacoes>>.

Título da página da Web (acesso em 20 dez. 2014).

1. Irrigação. 2. Cana-de-açúcar. I. Amaral, Fernando César Saraiva do. II. Carvalho Junior, Waldir de. III. Chagas, Cesar da Silva. IV. Bhering, Silvio Barge. V. Embrapa Solos. VI. Série.

CDD 631.587 (23. ed.)

© Embrapa 2014

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	15
Resultados e Discussão	19
Conclusões	26
Referências	27

Potencial das Terras do Projeto Jequitai (MG) para o Cultivo de Cana-de-açúcar sob Três Sistemas de Irrigação

Fernando César Saraiva do Amaral¹

Waldir de Carvalho Junior¹

Cesar da Silva Chagas¹

Silvio Barge Bhering²

Resumo

Os zoneamentos agroecológicos são modelos de pacotes tecnológicos que contêm recomendações para o uso sustentável dos recursos naturais e têm sua aplicação mais oportuna na agricultura irrigada, onde é maior a intensidade de uso destes recursos, principalmente o solo. A metodologia do Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação (SiBCTI) teve por finalidade o desenvolvimento de uma sistemática adaptada à realidade brasileira, constituindo um sistema de suporte à decisão para subsidiar zoneamentos agroecológicos voltados a esta temática. O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial de terras para irrigação na área do Projeto Jequitai (MG) por meio do SiBCTI. A utilização do SiBCTI na área deste projeto indicou, no sistema de irrigação localizado, um total de 8.584 ha de terras classificadas na classe **a1**. No sistema de irrigação por aspersão, as terras enquadradas na classe **a1** alcançaram apenas 2.635 ha; e para o sistema de irrigação superfície não houve indicação de terras enquadradas nesta classe. O resultado geral da utilização do SiBCTI para o Projeto Jequitai mostrou haver, tanto para o sistema por aspersão quanto para localizada, um total de 39.839 ha de terras

¹ Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

² Engenheiro agrônomo, doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

consideradas irrigáveis. Os principais fatores limitantes para os sistemas localizado e aspersão foram o pH em água e a capacidade de água disponível. Considerando o sistema por superfície, os principais fatores limitantes foram a capacidade de água disponível e a velocidade de infiltração.

Termos para indexação: planejamento de uso das terras, sistema de suporte à decisão, uso sustentável das terras, classificação das terras para irrigação.

Potential Land of Jequitai Project (MG) for Sugarcane Cultivation in Three Irrigation Systems

Abstract

The agro-ecological zoning is a model of sustainable development use of natural resources and its application is very important to agriculture irrigation, where is a high intensive use of natural resources, especially soil. The methodology of the Brazilian Classification of Land for Irrigation (SiBCTI) aimed to develop a system adapted to the Brazilian conditions, constituting a decision support system which aims to build agro-ecological zoning involving this issue. The objective of this study was to evaluate the potential of land for irrigation in Jequitai Project (MG) using SiBCTI. The use of SiBCTI, indicated that, for the located irrigation the a1 class has 8,584 ha. In sprinkler irrigation system, land classified as class a1 reached 2,635 ha, and the surface irrigation system, there was no indication of land fall into this class. The overall result of the use of SiBCTI for the Jequitai Project showed that, both for the sprinkler and localized system, a total of 39,839 ha fit the requirements. The main limiting factors for sprinkler and located systems were water pH and available water capacity. Considering the surface system, the main limiting factors are the water holding capacity and infiltration rate.

Index terms: land use planning, decision support system, sustainable land use, land classification for irrigation.

Introdução

O uso sustentável dos recursos naturais implica na estruturação de modelos de desenvolvimento conservacionistas, compreendendo um conjunto de práticas de uso do solo, da água e da energia, manejados de forma integrada e sustentável. De acordo com a FAO (ZONIFICACIÓN..., 1997), o Zoneamento Agroecológico busca a definição de zonas homogêneas com base na combinação das características dos solos, da paisagem e do clima. Se esta premissa se aplica à chamada agricultura de sequeiro, tem aplicação com mais oportunidade na agricultura irrigada, onde é maior a intensidade de uso dos recursos naturais, principalmente o solo.

A metodologia do Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação (SiBCTI) (AMARAL, 2011), resultado de um acordo de cooperação técnica entre a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) e a Embrapa, teve por finalidade o desenvolvimento de uma sistemática adaptada à realidade brasileira, servindo como um sistema de suporte à decisão para as áreas a serem objeto de projetos de irrigação. Tanto o livro texto quanto o software de classificação podem ser acessados em sibcti.cnps.embrapa.br.

O sistema até então utilizado no Brasil (CARTER, 2002) era uma adaptação do sistema norte-americano às condições de solos, sobretudo da região Semiárida do Brasil, feita na década de 1960. Desde então, passou por sucessivas atualizações, todas pontuais e relativas a ajustes de parâmetros técnicos, conforme as necessidades da época e dos projetos em que o sistema era utilizado.

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas brasileiras, destacando-se economicamente mais ainda na região Nordeste, principalmente na Zona da Mata. Na região Semiárida (depressão sertaneja), é explorada de forma intensiva sob irrigação, porém com pouca abrangência.

Este trabalho teve como objetivo apresentar sucintamente a metodologia do SiBCTI (AMARAL, 2011) e mostrar os resultados alcançados por este sistema na avaliação do potencial de utilização das terras do Projeto Jequitai (MG) com a cultura da cana-de-açúcar sob três sistemas de irrigação.

A classificação de terras para irrigação é um processo de natureza dinâmica, portanto, passível de atualizações periódicas que permitem a incorporação de avanços tecnológicos, novos conceitos do ponto de vista da preservação ambiental e a busca permanente da otimização do uso dos recursos naturais de solo e água. O conceito de “terra” é mais amplo do que solo e refere-se a todo meio ambiente natural e cultural que sustenta a produção. Além deste, contempla vários atributos do meio físico, tais como: propriedade do substrato, drenagem, clima, disponibilidade de água, topografia, cobertura vegetal, posição na paisagem, localização em relação aos centros de comercialização, tamanho dos lotes, área e benfeitorias (CARTER, 2002).

A atual versão (segunda edição) do SiBCTI (AMARAL, 2011) atualizou o sistema na forma e no conteúdo. Na forma, quando incorporou novos recursos de tecnologia da informação à estrutura do sistema, como a operacionalização em ambiente web. No conteúdo, quando compatibilizou e calibrou valores dos parâmetros de solo, água e planta de acordo com critérios ajustados à nova realidade da tecnologia e do manejo agrícola, além da inclusão de novas culturas na sua base de dados.

Um dos principais componentes que embasa o SiBCTI é o denominado perfil de solo, que vai da superfície do terreno ao contato com o material de origem, e é avaliado nestas duas dimensões sob os aspectos de variabilidade de suas propriedades e características naturais.

Nas condições de clima tropical úmido prevalentes no Brasil, a atividade biológica e os processos pedogenéticos comumente ultrapassam profundidade maior que 200 cm.

Ampliando os limites da seção de controle do solo para a avaliação das terras pela metodologia do SiBCTI, foi definido o limite de 240 cm como representante desta seção para fins de descrição e coleta de perfis, pois nele as interações entre água/solo/raiz têm maior impacto na produção vegetal. No entanto, este limite poderá ser maior ainda quando o horizonte A (de natureza arenosa) exceder a 150 cm de espessura (nesse caso, o limite arbitrado é de 300 cm) ou quando no sequum estiver presente o horizonte E, cuja espessura

somada a do horizonte A seja igual ou maior que 200 cm - nesse caso o limite arbitrado é de 400 cm (SANTOS et al., 2013).

A intensidade de amostragem de solos para avaliação do potencial de irrigação pelo método SiBCTI vai depender do objetivo, escala e tipo de levantamento pedológico. Desta forma, levantamentos mais generalizados revelam características utilizadas para classificação dos solos em alto nível categórico, enquanto levantamentos mais detalhados acumulam um grande número de características para individualização de classes de solos e níveis categóricos mais baixos.

A unidade taxonômica para fins de avaliação do potencial de irrigação terá a mesma conceituação daquela adotada nos levantamentos pedológicos tradicionais, ou seja, terá um conjunto de características e propriedades do solo, correspondente à unidade de classificação mais homogênea em qualquer nível categórico de sistemas taxonômicos.

As unidades de mapeamento que compõem o levantamento de solos a serem interpretadas pela metodologia SiBCTI devem, na medida do possível, ser designadas por unidades simples, evitando-se associações, principalmente quando compostas de unidades pertencentes a ordens diferentes. Eventualmente, pode-se esperar associações quando estas forem de difícil individualização para fins cartográficos e constituídas de unidades que correspondam à mesma classe de terras para irrigação.

Como a tecnologia da irrigação enseja um manejo intensivo do solo, os levantamentos pedológicos que lhe servem de base devem ser de alta intensidade com escala grande. Desta forma, os mais apropriados são os detalhados ou mesmo ultradetalhados.

A padronização e confiabilidade dos dados de entrada no SiBCTI são fundamentais para se obter uma classificação igualmente confiável. Portanto, os dados analíticos e morfológicos dos perfis de solo devem ser resultado de análises padronizadas segundo as mesmas rotinas laboratoriais, não importando a região onde seja feita. O mesmo procedimento deverá ser aplicado às análises da água para fins de irrigação.

Da mesma forma, os dados provenientes dos testes de campo, relacionados com a permeabilidade: condutividade hidráulica (K) e a velocidade básica de infiltração (I) deverão ser obtidos através de metodologias padronizadas. Assume-se condutividade hidráulica como o coeficiente que expressa a facilidade com que um fluido (água) é transportado através do meio poroso (solo) (REICHARDT, 1987).

A salinidade é um dos principais fatores causadores da degradação físico-química dos solos e, portanto, afeta o rendimento dos cultivos. Em se tratando de regiões áridas e semiáridas irrigadas, constitui um sério problema, limitando a produção agrícola e reduzindo a produtividade das culturas a níveis insustentáveis em termos econômicos e sociais. Nestas regiões, caracterizadas por baixos índices pluviométricos e intensa evapotranspiração, a irrigação mal conduzida associada à drenagem insuficiente pode contribuir para a aceleração do processo de salinização.

A salinização do solo é um processo natural quando as condições do ecossistema são propícias, ligadas à alta taxa de evapotranspiração potencial, drenagem deficiente e águas subterrâneas (lençol freático) enriquecidas por sais, entre outros fatores. A intensidade e os efeitos da salinização primária ou natural do solo dependem basicamente das condições pedoclimáticas locais e podem ser amplificadas devido ao manejo inadequado do solo e da água, sendo referida como salinização induzida ou salinização secundária.

Os processos de salinização e/ou sodificação secundária dos solos podem ocorrer quando existir acumulação de sais provenientes de uma água de irrigação com alto teor de sais ou elevação do lençol freático, transportando sais das camadas profundas às camadas superficiais ou deficiência de sistemas de drenagem instalados nos solos irrigados.

Em função dos processos de salinização que podem ocorrer, a metodologia SiBCTI atribuiu um peso grande à drenabilidade natural dos ambientes, visando restringir ao máximo os riscos de salinização dos solos. Como consequência, em boa parte dos parâmetros elencados que fundamentam

esta metodologia existe uma ponderação nas interações relacionadas à drenagem.

O SiBCTI é apropriado para auxiliar na decisão através do ordenamento das terras em relação a uma referência e, em função disto, apontar qual sistema de irrigação e/ou cultura é mais apropriado para as condições de determinada terra, a partir de uma base de informação construída por meio de consultas a especialistas, informações de campo e de pesquisa bibliográfica.

As principais características do SiBCTI são: (1) a decisão é tomada considerando o parâmetro mais limitante; (2) impessoalidade; (3) interface de desenvolvimento com especialistas; (4) classificação final composta pela interação de variáveis pedológicas + edafoclimáticas + hídricas + aquelas relacionadas aos sistemas de irrigação; (5) flexibilidade de culturas e sistemas de irrigação; e (6) fácil interface de utilização com o usuário.

O SiBCTI foi estruturado para trabalhar com três sistemas de irrigação. De acordo com a eficiência energética na aplicação da água, interação com fitossanidade e com parâmetros do solo, a saber: (1) localizada: microaspersão, gotejamento, jato pulsante; (2) aspersão: convencional, pivô central, canhão hidráulico, entre outros; e (3) superfície: sulco, inundação, corrugação, entre outros.

A partir da definição de cada especificação ambiental e de manejo, foi identificada a situação de REFERÊNCIA, que permitia o alcance da máxima produtividade potencial (100%).

As produtividades relativas (em relação à referência de 100%) de 90%, 75%, 50%, 25% e < 10% foram definidas com base em uma clássica conceituação dos impactos na produtividade vegetal devido à intensidade de salinização do solo ou água de irrigação. Assim, a classe 1 representa terras que, exploradas em alto nível tecnológico, para determinada cultura, em determinado sistema de irrigação, apresenta a mais alta produtividade sustentável e baixo custo de produção. É a situação de referência. A partir desta classe 1, foram definidas as classes 2 (equivalente a 90% da situação de

referência), classe 3 (equivalente a 75% da situação de referência), classe 4 (equivalente a 50% da situação de referência), classe 5 (equivalente a 25% da situação de referência) e classe 6 (equivalente a 10% da situação de referência).

Os parâmetros do SiBCTI relacionados ao solo (padronizados com letra maiúscula e em cor vermelha) são: Profundidade (**Z**), Textura (**V**), Capacidade de Água Disponível (**C**), Ca + Mg (**Y**), Valor T (**T**), Alumínio Trocável (**M**), pH em água (**H**), Saturação por Sódio Trocável (**S**), Condutividade Elétrica (**E**), Condutividade Hidráulica (**K**), Velocidade de Infiltração Básica (**I**), Profundidade da Zona de Redução (**W**), Mineralogia da Argila (**A**), Espaçamento entre Drenos (**D**), Declividade (**G**), Pedregosidade (**P**), Rochosidade (**R**) e Posição na Paisagem (**B**).

Os parâmetros do SiBCTI relacionados à qualidade e custo de captação da água (padronizados com letra minúscula e em cor azul) são: Condutividade Elétrica (**e**), Relação ou Razão de Adsorção de Sódio (**s**), Cloreto (**c**), Ferro (**f**), Boro (**b**), Diferença de Cota (**h**) e Distância da Captação D'água (**d**).

Dentre as culturas componentes da base de aplicação do SiBCTI, podemos relacionar manga (*Mangifera indica* L.), goiaba (*Psidium guajava* L.), acerola (*Malpighia glabra* L.), uva (*Vitis vinifera* L.), banana (*Musa* spp.), coco (*Cocos nucifera* L.), cebola (*Allium cepa*), melão (*Cucumis melo* L.), melancia (*Citrullus vulgaris*), milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*) e cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), objeto específico deste trabalho. Recentemente foi incluído o capim elefante (*Pennisetum purpureum*).

A forma de representação dos resultados da classificação de terras para irrigação no modelo SiBCTI é composta de letras e número, conforme exemplo a seguir: m4**Cf**. Onde "m" é o subscrito relativo ao custo de desenvolvimento e rentabilidade implícita, "4" é a classe da terra, "**C**" parâmetro mais limitante (relativo a solo) e "**f**" (relativo a água) é o segundo parâmetro mais limitante.

O subscrito relativo à rentabilidade pode assumir os seguintes valores: (a)

retorno potencial superior (alto), (b) retorno potencial inferior (baixo), ou (m) retorno potencial mediano. Contudo, deve-se levar em consideração que agregar informações diretas de rentabilidade em um sistema de classificação pode diminuir a precisão da avaliação, uma vez que a rentabilidade é uma variável que pode ter uma flutuação muito grande dependendo das características do local escolhido para a implantação da irrigação, como a distância do mercado consumidor, o tamanho desse mercado, as condições de transporte, de infraestrutura, entre outros; ou mesmo de alguma peculiaridade que venha a ser atribuída ao produto escolhido naquele momento.

Material e Métodos

A cultura da cana-de-açúcar foi escolhida dentre as culturas exploradas nos perímetros irrigados do semiárido por ser considerada de alta lucratividade quando se pondera o retorno proveniente de todos os seus produtos (açúcar ou álcool) e subprodutos (bagaço, energia, alimentação de ruminantes, entre outros). Atualmente, nos melhores ambientes, considerando água e solo sem limitações e sob irrigação localizada e bom manejo (fertilirrigação, controle sanitário, colmos de boa qualidade e variedades produtivas), a produtividade média entre todos os cortes tem sido de $150 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Dessa forma, tomou-se como referência (produtividade máxima potencial sustentável = 100%) a produtividade média esperada para a classe 1 de irrigação da cana-de-açúcar, um valor de pelo menos $180 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. De acordo com decréscimos e intervalos (100%, 90%, 75%, 50%, 25% e < 10%), a classe 2 apresentará uma produtividade entre 151 e $180 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, a classe 3 de 113 a $151 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, a classe 4 de 68 a $113 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, a classe 5 de 32 a $68 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e a classe 6 de menos de $32 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Segundo definição do sistema, o parâmetro mais limitante define a classe. Quando dois ou mais parâmetros possuem o mesmo grau de limitação, o sistema apresenta primeiro aquele previamente considerado mais limitante.

Foram usadas letras maiúsculas e em cor vermelha correspondendo aos parâmetros ligados ao solo, e letras minúsculas e em cor azul correspondendo

aos parâmetros ligados à qualidade e custo de captação da água para irrigação (Quadro 1).

No tocante a resistência à salinidade no solo, entre as espécies cultivadas costumeiramente nos perímetros, segundo a literatura, a cana-de-açúcar pode ser considerada como uma das mais resistentes. Na calibração do SiBCTI quanto a este parâmetro para esta cultura, constatou-se em campo que nos perímetros irrigados da região Semiárida brasileira existem impactos na produtividade a partir de valores de E equivalentes a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Em termos de balanço hídrico, pelo fato de ser planta do tipo C4, ou seja, com alta eficiência fotossintética e, portanto, elevada produção de biomassa, quando manejada para a obtenção de alta produtividade, é uma planta que demanda, comparativamente, elevada quantidade de água, correspondendo a uma lâmina de $70 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

Na cana-de-açúcar irrigada por sulco, alguns agrupamentos de solo têm propensão natural a apresentarem melhores respostas. A baixa condutividade (K) hidráulica natural dos vertissolos, por exemplo, é uma característica que lhe permite a utilização da irrigação por sulco com alta eficiência. Diversas medições realizadas em vertissolos do Projeto Salitre, instalado no município de Juazeiro/BA, mostraram valores da ordem de $0,04 \text{ cm h}^{-1}$, com baixa variância entre os dados. A perda por percolação profunda no início do sulco é praticamente inexistente. Evitado o runoff no final do sulco, pode-se aplicar a lâmina d'água de forma quase que homogênea em todo o talhão, condição impossível de se conseguir naturalmente com agrupamentos de solos que apresentem elevada condutividade hidráulica.

Nas Figuras 1 e 2 são mostradas a utilização de tubo janelado para a irrigação por sulco da cana-de-açúcar em vertissolos. Esses tubos são flexíveis e retirados quando da colheita. Os tubos são feitos de material reciclado e de baixo custo.

Quadro 1. Simbologia referente aos parâmetros relacionados ao solo e à qualidade e custo de captação da água para irrigação e respectivas unidades.

Parâmetros ligados ao solo					
Símbolo	Parâmetro	Unidade	Símbolo	Parâmetro	Unidade
Z	Profundidade	cm	K	Condutividade hidráulica	cm h ⁻¹
V	Textura	--	I	Velocidade de infiltração	cm h ⁻¹
C	Cap. de água disponível	mm	W	Prof. zona de redução	cm
Y	Ca+Mg	cmol _c kg ⁻¹	A	Mineralogia da argila	--
T	Valor T	cmol _c kg ⁻¹	D	Espaçamento entre drenos	m
M	Alumínio trocável	cmol _c kg ⁻¹	G	Declividade do terreno	%
H	pH em água	--	P	Pedregosidade	--
S	Saturação por sódio	100Na T ⁻¹	R	Rochosidade	--
E	Cond. Elétrica	dSm ⁻¹	B	Posição na paisagem	--
Parâmetros ligados à qualidade e custo de captação da água de irrigação					
e	Condutividade elétrica	dSm ⁻¹	b	Concentração de Boro	mg L ⁻¹
s	Rel. de adsorção de Na	mmol _c ^{1/2} L ^{-1/2}	d	Distância da captação	km
c	Concentração de cloreto	mg L ⁻¹	h	Diferença de cota	m
f	Concentração de ferro	mg L ⁻¹			



Figura 1. Irrigação por superfície, tubo janelado.



Figura 2. Irrigação por superfície, frente de molhamento.

Na cana-de-açúcar irrigada por aspersão não existem dados em quantidade significativa sobre a resposta de diferentes classes de solo explorados desta forma na região Semiárida. O pouco que se dispõe foi obtido pela Usina Agrovale, que possui uma pequena área de vertissolo explorada com pivô central (Figuras 3 e 4).

Foto: Fernando C. S. Amaral.
Figura 3. Detalhe pivô central (aspersão).Foto: Fernando C. S. Amaral.
Figura 4. Linha de aspersores do pivô central.

A cana-de-açúcar irrigada por gotejamento subsuperficial (Figuras 5 e 6) permite a obtenção de elevada produtividade, mesmo quando se considera as restrições naturais dos vertissolos. Esses elevados valores de produtividade são conseguidos devido à uniforme e calibrada aplicação da lâmina de irrigação, o que permite que todo o canavial seja mantido na condição ideal de umidade. Além da alta produção, o consumo de água é reduzido em relação à irrigação por sulco. Desta forma, o retorno econômico do investimento na irrigação localizada é maximizado, compensando o custo maior para a instalação deste tipo de sistema.

Foto: Fernando C. S. Amaral.
Figura 5. Detalhes da frente de molhamento.Foto: Fernando C. S. Amaral.
Figura 6. Stand irrigado por gotejamento subsuperficial.

O perímetro de irrigação de Jequitai (MG) localiza-se no município homônimo de Jequitai, na mesorregião Norte de Minas Gerais, microrregião Pirapora, na área denominada Alto Médio São Francisco, que compreende uma superfície de aproximadamente 600 km². Abrange mais de 30% da área do município de Jequitai. Posiciona-se entre as coordenadas geográficas 17°00' e 17°20' de latitude Sul e 44°25' e 44°50' de longitude Oeste (Figura 7).

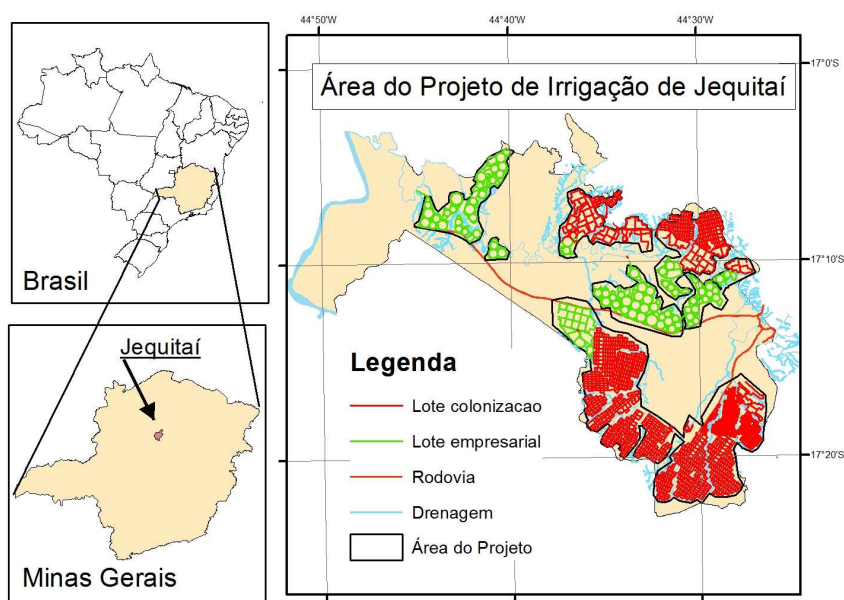


Figura 7. Localização da área do Projeto de Irrigação Jequitai (MG).

Resultados e Discussão

Na Figura 8, pode-se observar a tela correspondente à classificação da unidade de mapeamento PVAe para a produção de cana-de-açúcar no sistema de irrigação do tipo localizado.

A avaliação dos dados dos perfis modais do Projeto de Irrigação Jequitai, interpretados com os dados e custo de captação da água do rio Jequitai, permitiram ao software da metodologia SiBCTI a classificação automática da potencialidade da cana-de-açúcar para cada sistema de irrigação disponibilizados por esta metodologia. Os resultados desta classificação por unidade de mapeamento do mapa de solos detalhado da área pode ser observado no Quadro 2.

Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação

Arquivo Por Sistema de Irrigação Classificar Limpar Campos Idiomas Imprimir Tela Equipe Técnica (?) Ajuda

Propriedades do Solo I Propriedades do Solo II Propriedades da Água **Classificação**

SIBCTI Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação

Variação das Classes por Sistema
Localizada **3 <=> 1**

Aspersão
Superfície

Geral
Classificada:

Escolha o Sistema
☒ Irrigação ☐ Geral

Selecione a Metodologia
☒ Localizada
☐ Aspersão
☐ Superfície

Selecione a Cultura
☐ Acerola ☐ Goiaba
☐ Banana ☐ Manga
☒ Cana-de-Açúcar ☐ Melancia
☐ Cebola ☐ Melão
☐ Coco ☐ Milho
☐ Feijão ☐ Uva

Para determinar as Classes Finais e Fatores Limitantes clique em Processar:

Classificar

Classe final: **a 3 I K**

Refere-se ao retorno econômico potencial esperado.
Refere-se à classe final mais limitante.
Referem-se aos símbolos dos fatores mais limitantes, solo ou água.
OBS: Para detalhes completos clique no resultado.

Figura 8. Tela final da avaliação de classe de terra para irrigação da cana-de-açúcar com sistema de irrigação localizada.

Os solos ocorrentes no Projeto Jequitai possuem, de modo geral, boas características para uso agrícola, pois são profundos, de boa drenabilidade natural, boa fertilidade e estão presentes em relevos suaves sem apresentar obstáculos à mecanização e ao crescimento radicular. A metodologia SiBCTI confirma e quantifica esta percepção prévia, classificando-os para uso intensivo com a cultura da cana-de-açúcar sob irrigação (Quadro 2). No entanto, há uma nítida diferenciação de resposta quando se considera o sistema de irrigação a ser utilizado, o que faz diferenciar de forma importante a metodologia do SiBCTI (AMARAL, 2011) em relação à metodologia clássica do Bureau of Reclamation (CARTER, 2002).

Quadro 2. Descrição das unidades de mapeamento, área de abrangência, percentual do mapa de solos e as classes de terra para irrigação do Projeto Jequitai.

Símbolo	Classe de Solo	Área (ha)	%	Classes de irrigação por sistema		
				localizada	aspersão	superfície
PAd	PAd plintico, textura média/argilosa	429	0,6	a3KI	a3KI	a3KI
PVd1	PVd latossólico, textura média	451	0,6	a2CY	a2CY	a3CI
PVd2	PVd latossólico, textura média/argilosa	696	1,0	a1	a1	a2GZ
PVd3	PVd típico, textura média/argilosa	1.772	2,4	a1	a1	a2CZ
PVd4	PVd típico, textura média/muito argilosa	1.803	2,5	a2IY	a2IY	a3IC
PVe1	PVe típico, textura média/argilosa	808	1,1	a1	a2CZ	a3CI
PVe2	PVe latossólico, textura argilosa/muito argilosa	258	0,4	a1	a1	a2GZ
PVe3	PVe latossólico, textura média	514	0,7	a1	a2CZ	a5IC
PVAd1	PVAd típico, textura média	347	0,5	a2CY	a2CY	a3CI
PVAd2	PVAd típico, textura média	326	0,4	a2CY	a2CY	a3CI
PVAd3	PVAd típico, textura média/argilosa	25	0,0	a5KZ	a5KZ	a5KZ
PVAd4	PVAd típico, textura arenosa/média	428	0,6	a3CY	a3CY	a4CI
PVAe	PVAe típico, textura média/argilosa	626	0,9	a5KZ	a5KZ	a5KZ
CXbd1	CXbd latossólico, textura argilosa	76	0,1	a2CY	a2CY	a4IC
CXbd2	CXbd e Eutrófico latossólico, textura média	877	1,2	a2CY	a2CY	a4IC
CXbd3	CXbd latossólico, textura média/argilosa	220	0,3	a3YZ	a3YZ	a3GY
GXbd1	GXbd plintico, textura média/argilosa	84	0,1	a4IA	a4IA	a4IA
GXbd2	CXbd plintico, textura média/argilosa	731	1,0	a4IA	a4IA	a4IA
GXve1	GXve típico, textura argilosa/média	137	0,2	a3AZ	a3AZ	a3AI
GXve2	GXve típico, textura argilosa/média	339	0,5	a3AZ	a3AZ	a3AI
GXve3	GXve vertissólico, textura argilosa	733	1,0	a3AZ	a3AZ	a3AI
LAd1	LAd típico, textura média	2.100	2,9	a2CY	a2CY	a3IC
LAd2	LAd Distrófico típico, textura média	762	1,1	a2DC	a2DC	a3CD
LAd3	LAd plintico, textura média	361	0,5	a3KI	a3KI	a3KI
LAe	LAe típico, textura média	317	0,4	a2CZ	a2CZ	a4IC
LVd1	LVd típico, textura muito argilosa	300	0,4	a3YH	a3CY	a3IC
LVd2	LVd típico, textura argilosa	4.910	6,8	a1	a2CZ	a3CZ
LVd3	LVd típico, textura média	9.724	13,4	a2HC	a2HC	a3CI
LVAd1	LVAd plintico, textura argilosa	92	0,1	a3KI	a3KI	a3KI
LVAd2	LVAd típico, textura argilosa	3.328	4,6	a2HY	a2HY	a2GH
LVAd3	LVAd típico, textura argilosa	494,00	0,7	a2HY	a2HY	a2GH
LVAd4	LVAd típico, textura média	7.725	10,6	a2CY	a2CY	a3IC
LVAd5	LVAd típico, textura média	616	0,8	a2HC	a2HC	a4IC
RYve1	RYve típico, textura média e média/arenosa	126	0,2	a3AZ	a3AZ	a3AI
FFc	FFc latossólico, textura media casc/argilosa casc	181	0,2	a4ZG	a4ZG	a4ZG
FXd1	FXd típico, textura média	1.788	2,5	a3AZ	a3AZ	a3AI
FXd2	FXd típico, textura média	2.118	2,9	a3AZ	a3AZ	a3AI
FXe1	FXe típico, textura média	3.260	4,5	a3AZ	a3AZ	a3AI
FXe2	FXe típico, textura média/argilosa	2.587	3,6	a3AZ	a3AZ	a3AI

No sistema de irrigação do tipo localizado, devido a sua alta eficiência, ocorre a maior quantificação de terras na classe “a1”, aquela de mais alta produtividade esperada. São 8.584 hectares (Quadro 3) de um total de 38.894 ha, correspondendo a 22,1 %, constituindo-se em elevado percentual em se tratando de classe “a1” para perímetros de irrigação de grande porte. Para esta classe, conforme parâmetros avaliados no SiBCTI, são esperados resultados de produtividade média acima de 180 t ha⁻¹ ano⁻¹ como média de todos os cortes até a reforma do canavial.

Considerando as classes irrigáveis 1, 2, 3 e 4, atingiu-se um total superior a 39.000 hectares qualquer que seja o sistema de irrigação, o que representa mais de 96% das terras do perímetro irrigado (Quadro 3). Para a utilização do sistema de irrigação localizada, a interpretação pelo SiBCTI permitiu elaborar o mapa apresentado na Figura 9.

Quadro 3. Resultados de área e percentual para as classes de irrigação.

Classe	Localizada	%	Aspersão	%	Superfície	%
a1	8.584	21,2	2.635	6,5	0	0,0
a2	21.527	53,2	27.476	67,9	6.126	15,1
a3	9.303	23,0	9.303	23,0	30.598	75,6
a4	425	1,1	425	1,1	2.601	6,4
a5	632	1,6	632	1,6	1.146	2,8

No sistema de irrigação do tipo aspersão, por ser de menor eficiência em relação ao tipo localizado, as terras enquadradas na classe “a1” alcançam apenas 2.635 hectares, que representam 6,5%, mas ainda sendo um volume significativo de terras, face à alta produtividade esperada desta classe, acima de 180 t ha⁻¹ ano⁻¹ como média de todos os cortes até a reforma do canavial.

Se tomarmos todas as classes consideradas irrigáveis (a1, a2, a3 e a4), tanto para aspersão quanto para localizada, obteremos o mesmo total de 39.839 hectares (98%), comprovando que também no sistema de irrigação do tipo aspersão estas terras respondem satisfatoriamente ao manejo intensivo (Figura 10), porém com uma área muito menor na classe a1.

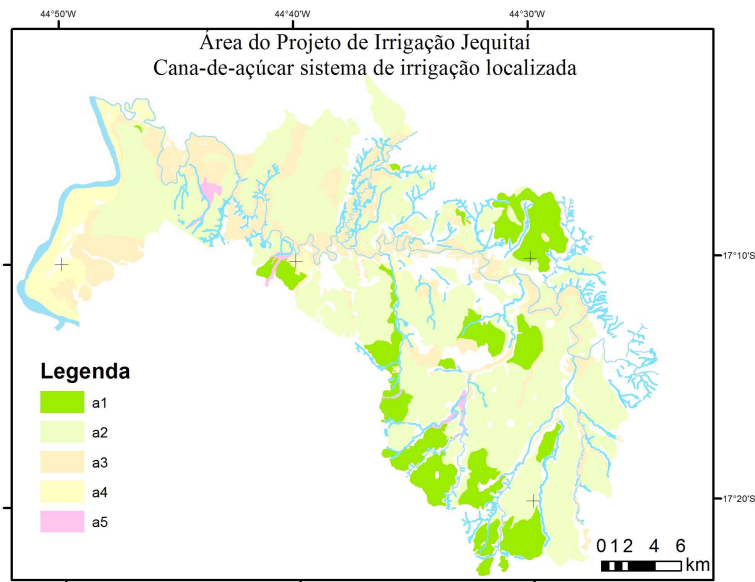


Figura 9. Mapa do zoneamento da cana-de-açúcar irrigada sob o sistema localizado.

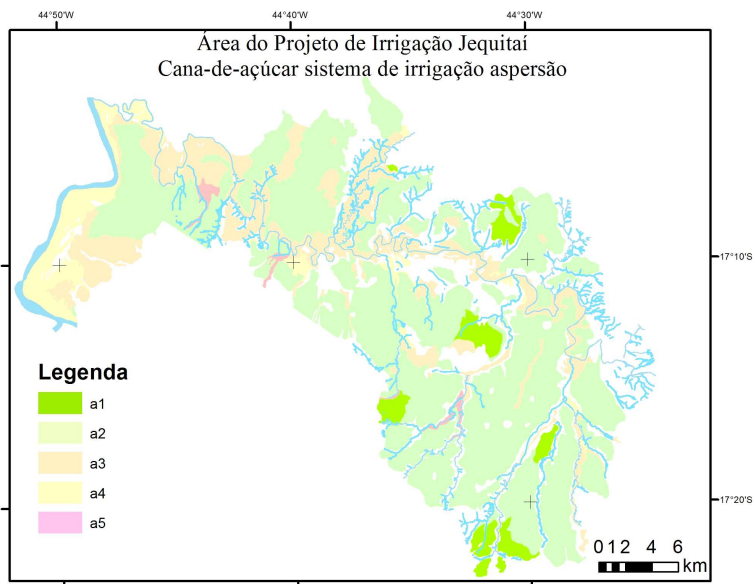


Figura 10. Mapa do zoneamento da cana-de-açúcar irrigada sob o sistema aspersão.

Quando se considera o sistema de irrigação do tipo superfície, a distribuição das classes se altera significativamente. Neste sistema, não há terras enquadradas na classe “a1” (Figura 11 e Quadro 3). Esta avaliação é explicada pelo fato das terras deste perímetro apresentarem, de modo geral, excelente drenabilidade natural, aspecto que beneficia os outros sistemas, mas impacta negativamente o sistema por superfície, uma vez que a eficiência da irrigação fica prejudicada no que se refere à homogeneidade da distribuição da água ao longo do sulco. Para compensar a perda de água por percolação profunda e fornecer a quantidade necessária às plantas posicionadas no final do sulco, teria que se aumentar consideravelmente a vazão da água no começo do sulco, atingindo o que se denomina “vazão erosiva”. Além do impacto ambiental e agrônômico, os custos com a aquisição de água subiriam tanto que praticamente tornariam o investimento com remuneração negativa.

A melhor classe neste sistema é a “a2”, com um total de 6.126 hectares correspondendo a 15,1% das terras. As terras da classe “a5” (não irrigáveis) alcançam 1.146 hectares que correspondem a 2,8%, praticamente o dobro do percentual dos sistemas localizado e aspersão (Quadro 3). Para esta condição, espera-se uma produtividade entre 32 e 68 t ha⁻¹ ano⁻¹, como média de todos os cortes até a reforma do canal.

Quanto aos principais fatores limitantes, percebe-se que não há aqueles ligados à qualidade e custo de captação da água de irrigação, o que indica que a água do rio Jequitai, ou eventualmente do São Francisco, a ser utilizada para a irrigação no projeto é de boa qualidade (C1S1) e de captação não onerosa. Os principais fatores limitantes que impactam a possível resposta a um sistema de irrigação são todos relacionados à parte pedológica de avaliação do SiBCTI. Para os sistemas de irrigação localizada e aspersão, os principais fatores limitantes são o pH em água (H) e a capacidade de água disponível (C). Considerando o sistema por superfície, os principais fatores limitantes são a capacidade de água disponível (C) e a velocidade de infiltração muito elevada (I).

A visualização e comparação entre todos estes valores da avaliação de cada sistema para cada classe de aptidão fica mais clara na Figura 12.

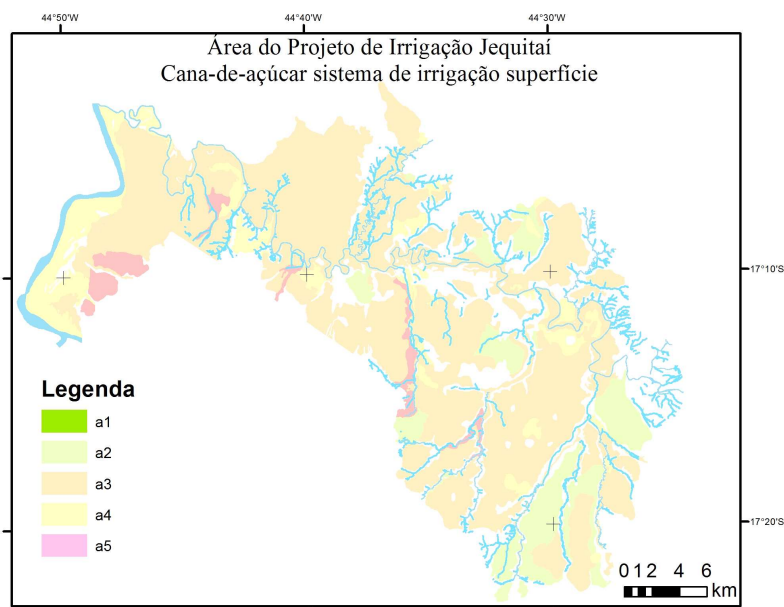


Figura 11. Mapa do zoneamento da cana-de-açúcar irrigada sob o sistema superfície.

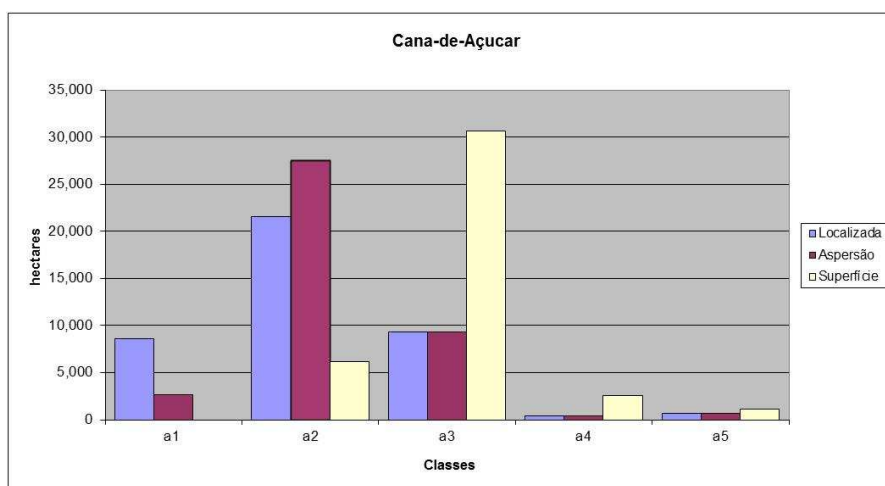


Figura 12. Distribuição das classes de terra para irrigação da cana-de-açúcar, considerando três sistemas de irrigação.

Conclusões

Mesmo apresentando custo global elevado, o sistema de irrigação do tipo localizado permite atingir as maiores produtividades e em um quantitativo de área maior do que nos outros sistemas. Além disso, permite grande redução na lâmina d'água aplicada, uma vez que sua eficiência está entre 90-95%. Consequentemente, reduz o risco de salinização, pela menor entrada de sais dissolvidos na água, principalmente nas pequenas manchas de solo que eventualmente apresentem maior susceptibilidade à salinização. Outro fator importante para este sistema é o fato de que o custo de implantação vem diminuindo ao longo do tempo, e quando se considera economia de escala na instalação, maiores áreas representam um custo menor por unidade de área. Também pode induzir ao manejo da cultura de forma mais adensada na linha de irrigação. A automatização das operações contribui igualmente para redução do custo com mão-de-obra.

Na escolha do sistema de irrigação por aspersão, embora se atinja menores áreas de alta produtividade em relação ao sistema localizado, também se mostra opção acertada para os solos do Projeto Jequitai, uma vez que o relevo é favorável associado à ausência de pedregosidade e/ou rochiosidade. Este sistema também possui elevada eficiência operacional (80 a 90%) na aplicação da lâmina d'água, custo inferior de instalação, maior durabilidade e valor de revenda.

Por sua vez, o sistema de irrigação do tipo superfície, apesar de possuir menor custo de instalação/operação, possui baixa eficiência operacional (50%) e baixa rentabilidade. Por demandar elevado volume de um bem cada vez mais escasso como a água, além da maior indução à salinização nas áreas posicionadas nas partes inferiores da paisagem, deve ser utilizado com bastante cautela nas terras do Projeto Jequitai (MG).

No sistema de irrigação por superfície, os fatores limitantes de maior frequência são o (C) e o (I), que indicam capacidade de água disponível e velocidade de infiltração. Esta restrição para esta modalidade de irrigação aparece com mais impacto na classe de terra a3CI com 9.203 hectares, na classe a3AI com 7.799 hectares e na classe a3IC com 7.843 hectares.

Portanto, com base nos dados analisados, conclui-se que o SiBCTI é uma importante ferramenta de suporte à tomada de decisão que pode orientar racionalmente a instalação de projetos de irrigação, de forma a diminuir o risco de insucessos e melhorar a sustentabilidade da atividade agrícola irrigada.

Referências

- AMARAL, F. C. S. do (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação**: enfoque na região semiárida. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 164 p. il. color.
- CARTER, V. H. **Classificação de terras para irrigação**. 2. ed. Brasília, DF: Bureau of Reclamation, 2002. 143 p.
- REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 188 p.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p. il. color.
- ZONIFICACIÓN agro-ecológica: guía general. Roma: FAO, 1997. 82 p. (Boletín de suelos de la FAO, n. 73).

